

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

31.03.2004

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 06 MAY 2003
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 16 137.6

Anmeldetag: 09. April 2003

Anmelder/Inhaber: SMS Demag AG, 40237 Düsseldorf/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges

IPC: C 23 C, H 02 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Ebert

8 APR 2003

Gi.hk

40 751

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf

Verfahren und Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges, insbesondere eines Stahlbandes, bei dem der Metallstrang vertikal durch einen das geschmolzene Beschichtungsmetall aufnehmenden Behälter und durch einen vorgesetzten Führungskanal definierter Höhe hindurchgeführt wird, wobei zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls im Behälter im Bereich des Führungskanals ein elektromagnetisches Feld mittels mindestens zwei beiderseits des Metallstranges angeordneter Induktoren erzeugt wird. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges.

Klassische Metall-Tauchbeschichtungsanlagen für Metallbänder weisen einen wartungsintensiven Teil auf, nämlich das Beschichtungsgefäß mit der darin befindlichen Ausrüstung. Die Oberflächen der zu beschichtenden Metallbänder müssen vor der Beschichtung von Oxidresten gereinigt und für die Verbindung mit dem Beschichtungsmetall aktiviert werden. Aus diesem Grunde werden die Bandoberflächen vor der Beschichtung in Wärme Prozessen in einer reduzierenden Atmosphäre behandelt. Da die Oxidschichten zuvor chemisch oder abrasiv entfernt werden, werden mit dem reduzierenden Wärme Prozess die Oberflächen so aktiviert, dass sie nach dem Wärme Prozess metallisch rein vorliegen.

Mit der Aktivierung der Bandoberfläche steigt aber die Affinität dieser Bandoberflächen für den umgebenden Luftsauerstoff. Um zu verhindern, dass Luftsauerstoff

vor dem Beschichtungsprozess wieder an die Bandoberflächen gelangen kann, werden die Bänder in einem Tauchrüssel von oben in das Tauchbeschichtungsbad eingeführt. Da das Beschichtungsmetall in flüssiger Form vorliegt und man die Gravitation zusammen mit Abblasvorrichtungen zur Einstellung der Beschichtungsdicke nutzen möchte, die nachfolgenden Prozesse jedoch eine Bandberührung bis zur vollständigen Erstarrung des Beschichtungsmetalls verbieten, muss das Band im Beschichtungsgefäß in senkrechte Richtung umgelenkt werden. Das geschieht mit einer Rolle, die im flüssigen Metall läuft. Durch das flüssige Beschichtungsmetall unterliegt diese Rolle einem starken Verschleiß und ist Ursache von Stillständen und damit Ausfällen im Produktionsbetrieb.

Durch die gewünschten geringen Auflagedicken des Beschichtungsmetalls, die sich im Mikrometerbereich bewegen können, werden hohe Anforderungen an die Qualität der Bandoberfläche gestellt. Das bedeutet, dass auch die Oberflächen der bandführenden Rollen von hoher Qualität sein müssen. Störungen an diesen Oberflächen führen im allgemeinen zu Schäden an der Bandoberfläche. Dies ist ein weiterer Grund für häufige Stillstände der Anlage.

Um die Probleme zu vermeiden, die im Zusammenhang mit den im flüssigen Beschichtungsmetall laufenden Rollen stehen, sind Lösungen bekannt, die ein nach unten offenes Beschichtungsgefäß einsetzen, das in seinem unteren Bereich einen Führungskanal definierter Höhe zur vertikalen Banddurchführung nach oben aufweist und zur Abdichtung einen elektromagnetischen Verschluss einzusetzen. Es handelt sich hierbei um elektromagnetische Induktoren, die mit zurückdrängenden, pumpenden bzw. einschnürenden elektromagnetischen Wechsel- bzw. Wanderfeldern arbeiten, die das Beschichtungsgefäß nach unten abdichten.

Eine solche Lösung ist beispielsweise aus der EP 0 673 444 B1 bekannt. Einen elektromagnetischen Verschluss zur Abdichtung des Beschichtungsgefäßes nach

unten setzt auch die Lösung gemäß der WO 96/03533 bzw. diejenige gemäß der JP 5086446 ein.

Für eine genaue Regelung der Lage des Metallstranges im Führungskanal sehen die DE 195 35 854 A1 und die DE 100 14 867 A1 spezielle Lösungen vor. Gemäß den dort offenbarten Konzepten ist vorgesehen, dass neben den Spulen zur Erzeugung des elektromagnetischen Wanderfeldes zusätzliche Korrekturspulen vorgesehen sind, die mit einem Regelungssystem in Verbindung stehen und dafür Sorge tragen, dass das Metallband beim Abweichen von der Mittellage in diese wieder zurückgeholt wird.

Ein gattungsgemäßes Verfahren wird auch in der EP 0 630 421 B1 beschrieben, in der weiterhin vorgesehen ist, dass dem das Beschichtungsmetall aufnehmenden Beschichtungsbehälter ein Vorschmelzbehälter zugeordnet ist, der volumenmäßig um ein Vielfaches größer als der Beschichtungsbehälter ist. Der Beschichtungsbehälter wird aus dem Vorschmelzbehälter mit Beschichtungsmetall versorgt, wenn dieses durch den beschichteten Metallstrang aus dem Beschichtungsbehälter ausgefördert wird.

Der bei den vorstehend diskutierten Lösungen zum Einsatz kommende elektromagnetische Verschluss zur Abdichtung des Führungskanals stellt insoweit eine magnetische Pumpe dar, die das Beschichtungsmetall im Beschichtungsbehälter zurückhält.

Die industrielle Erprobung derartiger Anlagen hat ergeben, dass das Strömungsbild auf der Oberfläche des Metallbades, d. h. die Badoberfläche, relativ unruhig ist, was auf die elektromagnetischen Kräfte durch den Magnetverschluss zurückgeführt werden kann. Die Unruhe im Bad hat zur Folge, dass die Qualität der Schmelzauchbeschichtung negativ beeinflusst wird.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung zum Schmelztauchbeschichten eines Metallstranges zu schaffen, mit dem bzw. mit der es möglich ist, den genannten Nachteil zu überwinden. Es soll also sichergestellt werden, dass das Tauchbad beim Einsatz eines elektromagnetischen Verschlusses ruhig bleibt, wodurch die Qualität der Beschichtung erhöht werden soll.

Die Lösung dieser Aufgabe durch die Erfindung ist verfahrensgemäß dadurch gekennzeichnet, dass ein vorgegebener Volumenstrom Beschichtungsmetall dem Führungskanal im Bereich seiner Höhenerstreckung zugeführt wird.

Mit dieser Maßnahme wird erreicht, dass der eine elektromagnetische Pumpe darstellende Verschluss zur Abdichtung des Führungskanals nicht mehr quasi im Leerlauf arbeitet, sondern einen Volumenstrom Beschichtungsmetall zugeführt bekommt und fördert. Das überraschende Resultat ist, dass es auf der Oberfläche des Metallbades zu einer Beruhigung des Bades kommt, was die Qualität der Schmelztauchbeschichtung sehr positiv beeinflusst.

Zumeist ist vorgesehen, dass der Behälter, in dem sich das Beschichtungsmetall befindet, mit einem Versorgungssystem (Versorgungstank) für Beschichtungsmetall in Verbindung steht. Aus dem Versorgungstank wird derjenige Massenaustrag in den Behälter nachgefördert, der zur Aufrechterhaltung einer konstanten Pegelhöhe im Behälter erforderlich ist, da der Metallstrang bei seiner Förderung durch die Beschichtungsanlage Beschichtungsmetall aus dem Behälter herausfordert.

Gemäß einer ersten weiterbildenden Ausgestaltung ist daher vorgesehen, dass der vorgegebene Volumenstrom Beschichtungsmetall, der dem Führungskanal zugeführt wird, einem Teil des zur Aufrechterhaltung einer gewünschten Pegelhöhe des Beschichtungsmetalls im Behälter erforderlichen Nachführvolumens Beschichtungsmetall pro Zeit entspricht. Alternativ dazu kann auch vorgesehen wer-

den, dass der vorgegebene Volumenstrom dem gesamten zur Aufrechterhaltung des Pegels erforderlichen Metall-Nachführvolumens pro Zeit entspricht.

Mit Vorteil wird der Volumenstrom Beschichtungsmetall dem Führungskanal in gesteuerter oder geregelter Weise zugeführt.

Die Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges, in der der Metallstrang vertikal durch den das geschmolzene Beschichtungsmetall aufnehmenden Behälter und durch den vorgeschalteten Führungskanal hindurchgeführt wird, weist mindestens zwei beiderseits des Metallstranges im Bereich des Führungskanals angeordneten Induktoren zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls im Behälter auf.

Erfindungsgemäß ist die Vorrichtung gekennzeichnet durch mindestens eine Zuführleitung zum Zuführen eines vorgegebener Volumenstroms Beschichtungsmetall, die im Bereich der Höhenerstreckung des Führungskanals in diesen einmündet.

Die Zuführleitung kann dabei in den Bereich der Längsseite des Führungskanals münden. Sie kann auch in den Bereich der Stirnseite des Führungskanals münden.

Bevorzugt ist die Breite bzw. der Durchmesser der Zuführleitung im Verhältnis zu der Abmessung der Längsseite des Führungskanals klein; darunter ist insbesondere zu verstehen, dass die Breite bzw. der Durchmesser der Zuführleitung höchstens 10 % der Breite der Längsseite des Führungskanals beträgt.

Eine bevorzugte Weiterbildung sieht schließlich vor, dass der Beschichtungsbehälter mit einem Versorgungssystem für Beschichtungsmetall in Verbindung steht,

von dem aus Beschichtungsmetall in die Zuführleitung bzw. in die Zuführleitungen geleitet wird.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Schmelztauch-Beschichtungsvorrichtung mit einem durch diese hindurch geführten Metallstrang und

Fig. 2 den Schnitt A-A gemäß Fig. 1.

Die in den Figuren dargestellte Vorrichtung weist einen Behälter 3 auf, der mit schmelzflüssigem Beschichtungsmetall 2 gefüllt ist. Bei diesem kann es sich beispielsweise um Zink oder Aluminium handeln. Der zu beschichtende Metallstrang 1 in Form eines Stahlbandes passiert den Behälter 3 in Förderrichtung R vertikal nach oben. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass es grundsätzlich auch möglich ist, dass der Metallstrang 1 den Behälter 3 von oben nach unten passiert.

Zum Durchtritt des Metallstranges 1 durch den Behälter 3 ist dieser im Bodenbereich geöffnet; hier befindet sich ein übertrieben groß bzw. breit dargestellter Führungskanal 4. Dieser weist dabei eine vorgegebene Höhe H auf.

Damit das schmelzflüssige Beschichtungsmetall 2 nicht durch den Führungskanal 4 nach unten abfließen kann, befinden sich beiderseits des Metallstranges 1 zwei elektromagnetische Induktoren 5, die ein magnetisches Feld erzeugen, das der Schwerkraft des Beschichtungsmetalls 2 entgegenwirkt und damit den Führungskanal 4 nach unten hin abdichtet.

Bei den Induktoren 5 handelt es sich um zwei gegenüber angeordnete Wechselfeld- oder Wanderfeldinduktoren, die im Frequenzbereich von 2 Hz bis 10 kHz betrieben werden und ein elektromagnetisches Querfeld senkrecht zur Förderricht-

tung R aufbauen. Der bevorzugte Frequenzbereich für einphasige Systeme (Wechselfeldinduktoren) liegt zwischen 2 kHz und 10 kHz, der für mehrphasige Systeme (z. B. Wanderfeldinduktoren) zwischen 2 Hz und 2 kHz.

Zur Stabilisierung des Metallstranges 1 in der Mittenebene des Führungskanals 4 sind ferner Korrekturspulen 13 beiderseits des Führungskanals 4 bzw. des Metallstranges 1 angeordnet. Diese werden von - nicht dargestellten - Regelungsmitteln so angesteuert, dass die Überlagerung der magnetischen Felder der Induktoren 5 und der Korrekturspulen 13 den Metallstrang 1 stets mittig im Führungskanal 4 hält.

Mittels der Korrekturspulen 13 kann das magnetische Feld der Induktoren 5 je nach Ansteuerung verstärkt oder abgeschwächt werden (Superpositionsprinzip der Magnetfelder). Auf diese Weise kann auf die Lage des Metallstranges 1 im Führungskanal 4 Einfluss genommen werden.

Beim Hindurchbewegen des Metallstranges 1 durch die Beschichtungsvorrichtung erfolgt aufgrund des am Metallstrang 1 anhaftenden Beschichtungsmetalls 2 ein Austrag Beschichtungsmetall aus dem Behälter 3. Um eine gewünschte Pegelhöhe h für das Beschichtungsmetall 2 im Behälter 3 aufrechtzuerhalten, ist es daher erforderlich, Beschichtungsmetall 2 in den Behälter 3 nachzufördern.

Dies erfolgt im Ausführungsbeispiel durch ein Versorgungssystem 12 (Versorgungstank), von dem über eine Pumpe 15 ein Zulauf 16 versorgt wird.

Um eine Beruhigung der Badoberfläche im Behälter 3 zu erreichen, ist vorgesehen, dass ein vorgegebener Volumenstrom Q Beschichtungsmetall 2 dem Führungskanal 4 im Bereich seiner Höhenerstreckung H zugeführt wird. Wie Fig. 1 entnommen werden kann, führen zu diesem Zwecke zwei Zuführleitungen 6 und 7

in den Bereich des für den Durchtritt des Metallstranges 1 notwendigen Durchtrittsspalt im Führungskanal 4, und zwar in Bereich dessen Höhenerstreckung H.

Wie es Fig. 2 entnommen werden kann, ist dabei vorgesehen, dass insgesamt vier Zuführleitungen 6, 7, 8 und 9 zum Durchtrittsspalt im Führungskanal 4 führen. Zwei davon - nämlich die Zuführleitungen 6 und 7 - münden dabei in die Längsseite 11 des Führungskanals 4; zwei weitere - nämlich die Zuführleitungen 8 und 9 - münden in die Stirnseite 10 des Führungskanals 4.

Wie ferner gesehen werden kann, ist die Breite B der Zuführleitungen, namentlich im Bereich ihres Austritts in den Führungskanal 4, klein im Verhältnis zur Breite der Längsseite 11 des Führungskanals 4.

Die Zuführleitungen 6, 7, 8 und 9 werden dabei von einer in Fig. 1 schematisch skizzierten Pumpe 14 mit Beschichtungsmetall 2 versorgt. Wie bereits erwähnt, kann der durch die Pumpe 14 zugeführte Volumenstrom Q einen Teil des Volumenstroms Beschichtungsmetall ausmachen, das dem Bad zur Aufrechterhaltung der Pegelhöhe h zugeführt werden muss. Es kann aber auch vorgesehen werden, dass über die Pumpe 14 die gesamte hierfür nötige Menge Beschichtungsmetall 2 pro Zeit zugeleitet wird, so dass in diesem Falle über die Pumpe 15 keine Förderung mehr erfolgt.

Beim Anfahren der Beschichtungsanlage wird zunächst Beschichtungsmetall 2 in den Behälter 3 gefüllt und nach Aktivieren der Induktoren 5 der Bandlauf gestartet. Im stationären Betrieb der Anlage wird dann wie erläutert ein Volumenstrom Q Beschichtungsmetall über die Zuführleitungen 6, 7, 8 bzw. 9 dem Führungskanal 4 zugeführt.

Eine weitere sehr vorteilhafte Wirkungsweise der erläuterten Vorrichtung und des Verfahrens zum Betreiben der Anlage betrifft die Arbeitsweise beim Abschalten bzw. Herunterfahren der Anlage:

Im bisher üblichen Betrieb bleibt immer ein Rest an Beschichtungsmetall 2 im Führungskanal 4, was auch durch den Metallstrang 1 nicht mehr aus dem Führungskanal 4 herausgefördert werden kann. Der Rest des flüssigen Metalls muss mit hohem Aufwand nach dem Abstellen der Induktoren 5 mit einem Auffangsystem unten aufgefangen werden.

Mit der vorgeschlagenen Lösung eröffnet sich folgende Möglichkeit:

Man fährt gezielt die Induktoren 5 auf volle Abdichtleistung und führt über die Zuführleitungen 6, 7, 8, 9 kein weiteres Beschichtungsmetall mehr nach (Abschalten der Pumpe 14). Die Zuführleitungen 6, 7, 8, 9 laufen daraufhin leer und stehen damit dem Abführen des Restes Beschichtungsmetall im Führungskanal 4 zur Verfügung.

Befinden sich zusätzlich noch in Höhe der Zuführleitungen 6, 7, 8, 9 Korrekturspulen 13 im Führungskanal 4 (wie oben erläutert), so werden auch diese auf volle Leistung zum Abfahren hochgefahren. Die zusätzlichen Korrekturspulen 13 bilden dann in der Mitte des Führungskanals 4 eine zusätzliche Feldverstärkung, durch deren "Potentialberg" der Rest des Beschichtungsmetalls 2 veranlasst wird, seitlich in die Zuführleitungen 6, 7, 8, 9 auszuweichen. Hierdurch wird das Aus fördern der Restmenge Beschichtungsmetall 2 im Führungskanal 4 unterstützt.

Bezugszeichenliste:

1	Metallstrang (Stahlband)
2	Beschichtungsmetall
3	Behälter
4	Führungskanal
5	Induktor
6	Zuführleitung
7	Zuführleitung
8	Zuführleitung
9	Zuführleitung
10	Stirnseite des Führungskanals
11	Längsseite des Führungskanals
12	Versorgungssystem
13	Korrekturspule
14	Pumpe
15	Pumpe
16	Zulauf
H	Höhe des Führungskanals
Q	Volumenstrom
h	Pegelhöhe
B	Breite der Zuführleitung
R	Förderrichtung

8. APR. 2003

Gi.hk

40 751

SMS Demag AG, Edurd-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges (1), insbesondere eines Stahlbandes, bei dem der Metallstrang (1) vertikal durch einen das geschmolzene Beschichtungsmetall (2) aufnehmenden Behälter (3) und durch einen vorgesetzten Führungskanal (4) definierter Höhe (H) hindurchgeführt wird, wobei zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls (2) im Behälter (3) im Bereich des Führungskanals (4) ein elektromagnetisches Feld mittels mindestens zwei beiderseits des Metallstranges (1) angeordneter Induktoren (5) erzeugt wird,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß ein vorgegebener Volumenstrom (Q) Beschichtungsmetall (2) dem Führungskanal (4) im Bereich seiner Höhenerstreckung (H) zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß der vorgegebene Volumenstrom (Q) Beschichtungsmetall (2), der dem Führungskanal (4) zugeführt wird, einem Teil des zur Aufrechterhaltung einer gewünschten Pegelhöhe (h) des Beschichtungsmetalls (2) im Behälter (3) erforderlichen Nachführvolumens Beschichtungsmetall (2) pro Zeit entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß der vorgegebene Volumenstrom (Q) Beschichtungsmetall (2), der dem Führungskanal (4) zugeführt wird, dem gesamten zur Aufrechterhaltung einer gewünschten Pegelhöhe (h) des Beschichtungsmetalls (2) im Behälter (3)

erforderlichen Nachführvolumens Beschichtungsmetall (2) pro Zeit entspricht.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der Volumenstrom (Q) Beschichtungsmetall (2), der dem Führungs-kanal (4) zugeführt wird, gesteuert oder geregelt zugeführt wird.
5. Vorrichtung zur Schmelztauchbeschichtung eines Metallstranges (1), insbe-sondere eines Stahlbandes, in der der Metallstrang (1) vertikal durch einen das geschmolzene Beschichtungsmetall (2) aufnehmenden Behälter (3) und durch einen vorgeschalteten Führungskanal (4) hindurchgeführt wird, mit mindestens zwei beiderseits des Metallstranges (1) im Bereich des Füh-ruungskanals (4) angeordneten Induktoren (5) zur Erzeugung eines elektro-magnetischen Feldes zum Zurückhalten des Beschichtungsmetalls (2) im Behälter (3), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
mindestens eine Zuführleitung (6, 7, 8, 9) zum Zuführen eines vorgegebenen Volumenstroms (Q) Beschichtungsmetall (2), die im Bereich der Höhener-streckung (H) des Führungskanals (4) in diesen mündet.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Zuführleitung (6, 7) in den Bereich der Längsseite (11) des Füh-ruungskanals (4) mündet.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Zuführleitung (8, 9) in den Bereich der Stirnseite (10) des Führungskanals (4) mündet.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Breite (B) bzw. der Durchmesser der Zuführleitung (6, 7, 8, 9) im Verhältnis zu der Abmessung der Längsseite (11) des Führungskanals (4) klein ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Breite (B) bzw. der Durchmesser der Zuführleitung (6, 7, 8, 9) höchstens 10 % der Breite der Längsseite (11) des Führungskanals (4) beträgt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der Beschichtungsbehälter (3) mit einem Versorgungssystem (12) für Beschichtungsmetall (2) in Verbindung steht, von dem aus Beschichtungsmetall (2) in die Zuführleitung bzw. in die Zuführleitungen (6, 7, 8, 9) geleitet wird.

Fig. 1

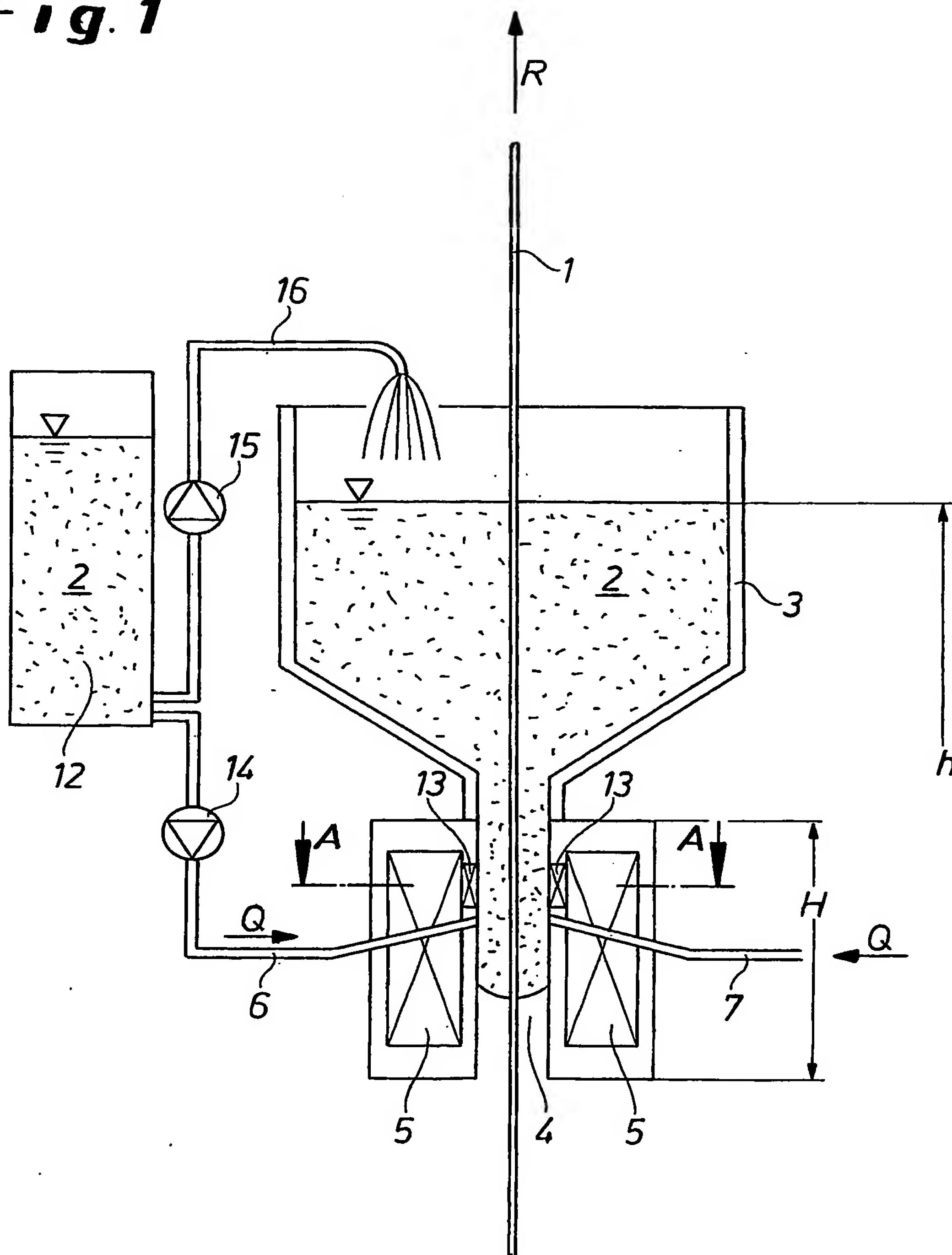


Fig. 2

